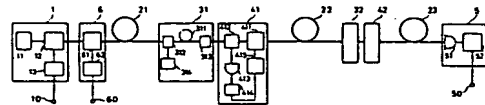


(54) OPTICAL FIBER COMMUNICATING METHOD AND SYSTEM

(11) 3-171036 (A) (43) 24.7.1991 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-310917 (22) 30.11.1989
 (71) NEC CORP (72) YASUHIRO AOKI(1)
 (51) Int. Cl⁵. G02F1/35, G02B6/00, H04B10/00

PURPOSE: To allow the transmission of a light signal up to a long distance by applying at least one time of proper frequency chirping to signal light pulses at the intermediate points of transmission paths.

CONSTITUTION: An optical signal transmission section 1 which forms the signal light pulses, optical fibers 21 to 23 which transmit the signal light pulses outputted from the optical signal transmission section 1 and at least one piece of optical amplifiers 31, 32 which amplify the signal light pulses disposed on the way of the optical fiber transmission paths. Further, at least one piece of optical phase modulators 61 which are disposed on the way of the optical fiber transmission paths and apply the proper quantity of the frequency chirping to the signal light pulses, a driving circuit 62 which impresses electric pulses in synchronization with the signal light pulses, and an optical signal receiving on section 5 which receives the transmitted signal light pulses are provided. The transmission distance is increased in this way.

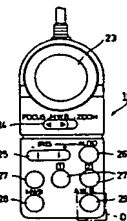
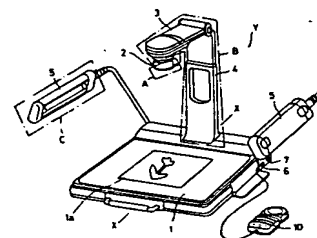


(54) IMAGE INPUT DEVICE

(11) 3-171037 (A) (43) 24.7.1991 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-309327 (22) 30.11.1989
 (71) CANON INC (72) TADASHI OKINO(1)
 (51) Int. Cl⁵. G03B7/00, G03B27/72, H04N1/40

PURPOSE: To shorten the time until a white balance is matched by allowing such control as to start a white balance adjusting means at the time of turning on of a light source from a prescribed value.

CONSTITUTION: The image input device having a stage 1 for the image 1a to be read, an image pickup means A for photoelectrically converting the image 1a a supporting means B of the image pickup means A and the white balance adjusting means D for automatically adjusting the white balance with TTL has the control means to control the white balance adjusting means D at the time of turning on of the light source so as to start the same from the prescribed value. Although the appearance probability is extremely high at the time of obtaining the white balance after turning on of the light source, the adjusting means is started from the final value (prescribed value) and, therefore, the number of looping times turning around the white balance of the flow of the control means and judging steps is drastically decreased and the time until the white balance is matched is shortened.



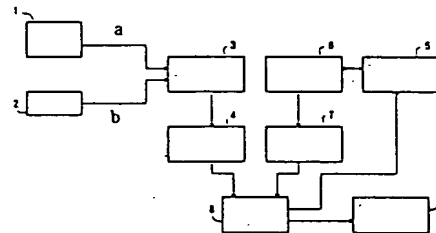
2: camera, 3: horizontally supporting part, 4: perpendicularly supporting part, 6: lighting switch, 7: power source switch, 10: remote control device, Y: image input device

(54) CAMERA CAPABLE OF RECORDING CHARACTER INFORMATION

(11) 3-171038 (A) (43) 24.7.1991 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-310970 (22) 30.11.1989
 (71) NIKON CORP (72) KAZUYUKI KAZAMI
 (51) Int. Cl⁵. G03B17/24

PURPOSE: To prevent a useless are from generating in the capacity of a recording medium by selecting the distribution of recording information between the photograph information, which the camera automatically generates, and the arbitrary input character information.

CONSTITUTION: The camera is provided with a photographing operation control means 1, time measuring means 2, first information recording means 3, first transfer means 4, character input means 5, code means 6, second transfer means 7, second information recording means 9, and a recording ratio control means 8. An arbitrary character is inputted, and the inputted character is coded to be stored. Based on the stored information, the character is reproduced. The recording medium in which the character information is stored is provided with an area in which automatic recording information generated automatically by the camera is stored. The distribution of the storage area between the character information and the automatic recording information can be controlled. Thus, the useless generation of the storage capacity is eliminated.



(a) photograph information (b) time information

⑫ 公開特許公報(A) 平3-171036

⑬ Int. Cl.³

G 02 F 1/35
G 02 B 6/00
H 04 B 10/00

識別記号

5 0 1

庁内整理番号

7348-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)7月24日

8523-5K H 04 B 9/00
9017-2H G 02 B 6/00

Z
C

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 光ファイバ通信方法およびシステム

⑯ 特 願 平1-310917

⑰ 出 願 平1(1989)11月30日

⑱ 発 明 者 青 木 恭 弘 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑲ 発 明 者 春 原 禎 光 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号
㉑ 代 理 人 弁理士 本 庄 伸 介

明 細 書

1. 発明の名称

光ファイバ通信方法およびシステム

2. 特許請求の範囲

(1) 光ファイバ伝送媒体とし、伝送路の途中で光のまま増幅し中継し信号光パルスを送送する光ファイバ通信方法において、前記伝送路の途中で前記信号光パルスに少なくとも一回適量の周波数チャープングを与えることを特徴とする光ファイバ通信方法。

(2) 信号光パルスを生成する光送信部と、前記光送信部から出力される信号光パルスを伝送する光ファイバと、前記光ファイバ伝送路の途上に配置され前記信号光パルスを増幅する少なくとも一個の光増幅器と、前記光ファイバ伝送路の途上に配置され前記信号光パルスに適量の周波数チャープングを付与する少なくとも一個の光位相変調器と、前記光位相変調器に前記信号光パルスに同期

して電気パルスを印加する駆動回路と、前記光ファイバを伝送された信号光パルスを受信する光受信部とを備えることを特徴とする光ファイバ通信システム。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光ファイバを伝送媒体とする光ファイバ通信方法およびそれを実施するための光ファイバ通信システムに関する。

(従来の技術)

現在実用化されている光ファイバ通信システムでは、光ファイバ伝送によって減衰した信号光パルスを光検出器によって電気信号に変換し、この電気信号を増幅した後に、その増幅された電気信号によって半導体レーザを駆動させて信号光のレベルで再生を行なう、いわゆる再生中継によって長距離伝送を実現している【例えば、アイ・イー・イー・イー、ジャーナル・オブ・ライトウェイブ・テクノロジー (IEEE Journal of Lightwave

Technology) 誌、第3巻(1985年)、1005ページ]。この方式では、中継過程に光-電気-光変換を伴うから、電気回路で定まるビットレートにしか対応できないという欠点がある。これに対して、最近、光増幅器によって信号光パルスが光の状態を増幅中継して伝送させる光増幅中継通信に関する研究が活発に行なわれている[例えば、光学、第18巻(1989年)、282-290ページ]。このような光増幅中継通信では、上記の光-電気-光変換がないのでビットレートの変更が容易に行なえる。また、双方向光ファイバ通信や波長多重光ファイバ通信等の将来の技術革新に柔軟に対応できるという特長がある。ここで、光増幅器としては、これまでに①半導体レーザ媒質を用いるもの、②コア部にEr等の希土類元素を添加した光ファイバを用いるもの、③光ファイバの誘導ラマン散乱、誘導ブリュアン散乱などの非線形光学効果を用いるもの等が報告されている。

(発明が解決しようとする課題)

ば、オブティクス・レターズ(Optics Letters) 誌、第13巻(1988年)、675ページ、およびエレクトロニクス・レターズ(Electronics Letters) 誌、第25巻(1989年、199ページ)。しかしながら、この光ソリトンによる方式では、信号光パルスは数10mWから1W程度の高ピークパワーを必要とするのみならず、光ソリトンが生成されるように光パワーを厳密に制御しなければならないという欠点がある。また、そのような高パワーの信号光パルスを増幅すると、光増幅器では利得飽和等のために十分な利得が得られず、この結果光増幅中継間隔が短くなる。このように、従来の光ファイバ通信方式には伝送距離に関して解決すべき課題があった。

本発明の目的は、以上に述べた様な従来の光増幅中継による光ファイバ通信方式に残された課題を解決し、従来比べてはるかに長距離まで光信号を伝送ができるようにした光ファイバ通信方法およびそれを実施するためのシステムを提供することにある。

従来の光増幅中継による光ファイバ通信において達成可能な最大伝送距離は、雑音光の蓄積による信号対雑音比(SN比)の劣化もしくは光ファイバ分散によるパルス拡がりによって主に制限される。これらの要因のうち、SN比の劣化については、数千km程度までの伝送では特に大きな問題とはならない。これに対して、光ファイバ分散によるパルス拡がり、ビットレートの二乗に比例して急激に大きくなり、Gb/s 帯のビットレートでは伝送距離の主要な制限要因となる。例えば、通常の単一モード光ファイバは波長1.55μm付近で約20ps/nm/kmの分散を有する。そこで、この波長域の信号光を単一モード光ファイバで伝送させる場合を考えると、その最大伝送距離は、ビットレート2Gb/sではおよそ1000km、10Gb/sではわずかに40km程度になる。上記のパルス拡がりによる伝送距離の制限を緩和する方法としては、最近、光ソリトンと呼ばれる光ファイバの自己位相変調を利用するものが実験室レベルで実証されている[例え

(課題を解決するための手段)

本発明の光ファイバ通信方法は、光ファイバを伝送媒体とし、伝送路の途中で光のまま増幅して中継し信号光パルスを伝送する光ファイバ通信方法であって、前記伝送路の途中で、前記信号光パルスに少なくとも一回適量の周波数チャープングを与えることを特徴とする。

本発明の光ファイバ通信システムは、信号光パルスを生成する光送信部と、前記光送信部から出力される信号光パルスを伝送する光ファイバと、前記光ファイバ伝送路の途上に配置され前記信号光パルスを増幅する少なくとも一個の光増幅器と、前記光ファイバ伝送路の途上に配置され前記信号光パルスに適量の周波数チャープングを付与する少なくとも一個の光位相変調器と、前記光位相変調器に前記信号光パルスに同期して電気パルスを印加する駆動回路と、前記光ファイバを伝送された信号光パルスを受信する光受信部とを備えることを特徴とする。

(作用)

通常の単一モード光ファイバでは、波長1.3 μm 付近に材料分散と構造分散がつり合う零分散波長が存在し、これより短波長側では正の分散値（正常分散）、長波長側では負の分散値（異常分散）を取る。そして、正常分散の波長領域では、長波長の光は短波長の光よりも光ファイバ中を速く伝搬し、逆に短波長の光は長波長の光よりも光ファイバ中を速く伝搬する。したがって、分散値と符号が異なる線形な周波数チャープ（時間に対する変動量が一定な周波数変化）を光パルスに与えて光ファイバを伝搬させると、この光パルスのパルス幅は光ファイバ中のある地点までは狭まり、その後広がるという振る舞いを示す。したがって、光ファイバ長と周波数チャープの大きさを適切に選べば、入力光パルスと出力光パルスの幅を等しくすることが可能である。本発明では、このような線形な周波数チャープを持つ光パルスの光ファイバ伝搬特性に着目し、信号光パルスに適量な周波数チャープを与えて前記光ファイバの波長分散によるパルス広がりを補償

しつつ伝送させるものである。この結果、本発明では、ビットレートが数Gb/s以上の場合にも、伝送距離が数1000kmに達するような光ファイバ通信システムを構築できるという利点がある。また、本発明の方式は、従来の光ソリトンを利用する方式と異なって信号光パワーを厳密には制御する必要はなく、また、周波数チャープの符号を変えれば正常分散、異常分散のいずれの波長領域においてもパルス広がりを抑制できるという利点がある。ここで、光ファイバの伝搬特性の解析によれば、長さが L (km)、分散値が D (ps/nm/km)の単一モード光ファイバの場合、光パルスに $1/(DL)$ nm/psの線形な周波数チャープを加えれば入力波形と出力波形をほぼ同じにすることができる。また、本発明の光ファイバ通信システムの後に光位相変調器を用いて周波数チャープを発生する場合、一般に光周波数は駆動電圧の微分に比例して変化するので、光位相変調器には放物線形状の電圧パルスを印加するのが線形な周波数チャープを付加するた

めには最も好ましい。

(実施例)

次に、図面を参照して、本発明の光ファイバ通信方法およびそれを実施するためのシステムについて更に詳しく説明する。以下では光ファイバ通信システムの構成を説明しながら併せて光ファイバ通信方法も説明する。第1図は、本発明による光ファイバ通信システムの第1の実施例の構成図である。この図において、1は光送信部、6、41、42は光位相変調器とその駆動回路を含む周波数チャープ付与部、21、22、23は伝送路である光ファイバ、31、32はEr添加光ファイバ増幅器、5は光受信部である。ここで、31と32、および41と42は同一なので、その内部構成の詳細は省いている。

本実施例では、半導体レーザ11は波長1.536 μm のInGaAsP/InP分布帰還型半導体レーザ、光強度変調器12は変調周波数帯域が約10GHzの進行波型LiNbO₃マッハツェンダ光変調器、光ファイバ21、22、23は

いずれも長さ100km、波長1.536 μm での損失0.2dB/km、分散値-16ps/nm/km（異常分散）の単一モードシリカファイバ、光位相変調器61および411は半波長電圧6V、変調帯域13GHzの進行波型LiNbO₃光位相変調器、励起光源314は最大出力として100mWが得られる波長1.48 μm のInGaAsP/InPファブリペロ型半導体レーザ、光合分波器312、313は波長1.48 μm 帯の励起光と波長1.536 μm の信号光との合波および分波が可能な波長多重用単一モード光ファイバカップラ、Er添加光ファイバ311はコア径7 μm 、長さ20m、Er濃度300ppmのEr添加単一モード光ファイバ、光分岐器412は波長1.536 μm での分岐比が20対1の単一モード光ファイバカップラ、光検出器413はInGaAsフォトダイオード、信号光受信器51は10GHz以上まで応答可能なInGaAsアバランシ・フォトダイオードである。本実施例の光ファイバ通信システムでは、まず、In

GaAsP/InP分布帰還型半導体レーザ11から出力された信号光は、情報信号入力端子10から入力して増幅回路13で増幅した5Gb/s、RZ符号の電圧パルスが印加されたLiNbO₃マッハツェンダ光変調器12によって変調される。この5Gb/sの信号光パルスは、さらに進行波型LiNbO₃光位相変調器61によって周波数チャーピングが与えられた後に、単一モードシリカファイバ21に送出される。そして、この単一モードシリカファイバを伝送された信号光パルスは励起光源314から励起光と光ファイバカップラ312によって合波される。光ファイバカップラ312から出力される合波光はEr添加光ファイバ311に入射され、20dB程度光増幅される。このEr添加光ファイバ中で増幅された信号光パルスは、光ファイバカップラ313によって励起光から分離され光分岐器412に加えられる。光分岐器412は入力された信号光パルスのパワーの95%を進行波型LiNbO₃光位相変調器411に入力する。信号光パルスはここで再び周

波数チャーピングを付与されて次の単一モード光ファイバ22に送出される。一方、信号光パルスのパワーの約5%は、InGaAsフォトダイオード413で受光され信号光パルスと進行波型LiNbO₃光位相変調器411に印加される電圧パルスとの同期を取るために使用される。以下同様の手順で、信号光パルスは、Er添加光ファイバ増幅器32、周波数チャーピング付与部42および単一モード光ファイバ23を伝送し、InGaAsアバランシ・フォトダイオード51で受光される。そして、復調回路52で情報信号が再生され情報信号出力端子50から出力される。ここで、周波数チャーピング付与部41、42において、タイミング抽出回路414では信号光パルスと同期した正弦波電圧を発生する。そして、駆動回路415では、この正弦波電圧を疑似的に放物線形状にするために半波整流、増幅して光位相変調器411を駆動している。第2図に、光位相変調器411へ光分岐器412から入力される信号光パルスの波形、その周波数および駆動回路41

5から与えられる駆動電圧の波形、ならびに光位相変調器411から出力される信号光パルスの周波数の様子を示す。本実施例では、長さ100kmの単一モード光ファイバの分散は、いずれも -1600ps/nm で、入力波形と出力波形が等しくなるように周波数チャーピング量は $6 \times 10^{-11}\text{nm/ps} [=0.11\text{GHz/ps}]$ とした。このときの進行波型LiNbO₃光位相変調器411の所要駆動電圧はおよそ18Vであった。

第3図は、上記実施例の光ファイバ通信システムにおける信号光パルスのパワーとパルス幅の伝送距離依存性を示したものである。この例では、送信光パワーは0dBmであり単一モード光ファイバを伝送すると0.2dB/kmの割合で減衰するが、100km間隔ごとに約20dB光増幅されるので、伝送後に受信される光パワーは約-22dBmである。また、パルス幅については、周波数チャーピングを付与しているもので、長さ100kmの各々の光ファイバの中間地点までは圧縮され、その後は広がるという振る舞いを示すが、

受信時のパルス幅は100psで送信時と同じに保持されている。以上に述べた特性により、本実施例では、5Gb/sの信号を300kmに渡って誤り率 10^{-12} 以下の品質で伝送させることができた。

これに対して、比較のために従来の様に、周波数チャーピング付与部6、41、42を取除いた場合には、パルス拡がりによる符号間干渉のために全く伝送ができなかった。

第4図は、本発明による光ファイバ通信システムの第2の実施例を示す構成図である。第1図に示した第1の実施例と異なる点は、情報信号入力端子10（図示していないが、第1図と同様に光送信部1に設けられている端子である）には10Gb/s、RZ符号の電圧パルスが印加され、かつ、周波数チャーピング付与部の個数を増やしていることである。この図において、伝送路である光ファイバ71、72、73、74、75、76は、いずれも第1の実施例と同様の単一モードシリカファイバであるが、その長さは50kmである。

その他の構成は、第1図と同様であるので同一の要素には同一の番号を付して示す。第4図に見られるように、本実施例では、周波数チャープング付与部が第1図の実施例より多い5ヶ所に設けてあるが、これは進行波型LiNbO₃光位相変調器の所要駆動電圧の低減をはかるためである。すなわち、入力波形と出力波形が等しくなるような周波数チャープングを与えるために必要な駆動電圧は、ビットレートの二乗に比例して増加するので、ファイバ長を半分にすることによって光ファイバの分散量を減らし駆動電圧の増加を抑えている。この実施例の10Gb/sの場合では、長さ50kmの単一モード光ファイバの入力波形と出力波形が等しくなるようにするための進行波型LiNbO₃光位相変調器の所要駆動電圧は、およそ36Vであった。第5図は、第4図に示した第2の実施例における信号光パルスのパワーとパルス幅の伝送距離依存性を示したものであり、この場合にも送信時と受信時のパルス幅を同じ50psに保つことができ、10Gb/sの信号を30

0kmに渡って誤り率 10^{-10} 以下の品質で伝送させることができた。以上、本発明による光ファイバ通信方法およびシステムについて実施例を用いて説明したが、本発明はこの実施例に限られることなくいくつかの変形が考えられる。例えば、光増幅器には、実施例ではEr添加光ファイバ増幅器を使用した。本発明では半導体レーザー媒質を用いるものや光ファイバの非線形光学効果を用いる増幅器でもよい。また、光位相変調器は、LiNbO₃以外に種々の半導体材料を用いる素子でも良く、基本的にはほぼ線形な周波数チャープングを信号光パルスに付与できればいかなる手段でもよい。さらに、光増幅器および周波数チャープング付与部の個数、配置場所等は、システム設計に合わせて適宜変更されるべきのものであり、本実施例に限定されないことは言うまでもない。また、光送信部、光ファイバ、光受信部なども、その性能を有する限りいかなる素子、要素であってもよい。

(発明の効果)

以上に説明したように、本発明の光ファイバ通信方法およびシステムでは、線形な周波数チャープングを持つ光パルスの光ファイバ伝搬特性に着目し、光伝送中継される信号光パルスに適量な周波数チャープングを与えて光ファイバの波長分散によるパルス広がりや補償しつつ伝送させている。この結果、本発明では、ビットレートが数Gb/s以上の場合にも、伝送距離が数1000kmに達するような光ファイバ通信システムを構築できるという利点がある。また、本発明の方式は、従来の光ソリトンを利用する方式と異なって信号光パワーを厳密には制御する必要はなく、また、周波数チャープングの符号を変えれば正常分散、異常分散のいずれの波長域においてもパルス広がりや抑制できるという利点がある。

4. 図面の簡単な説明

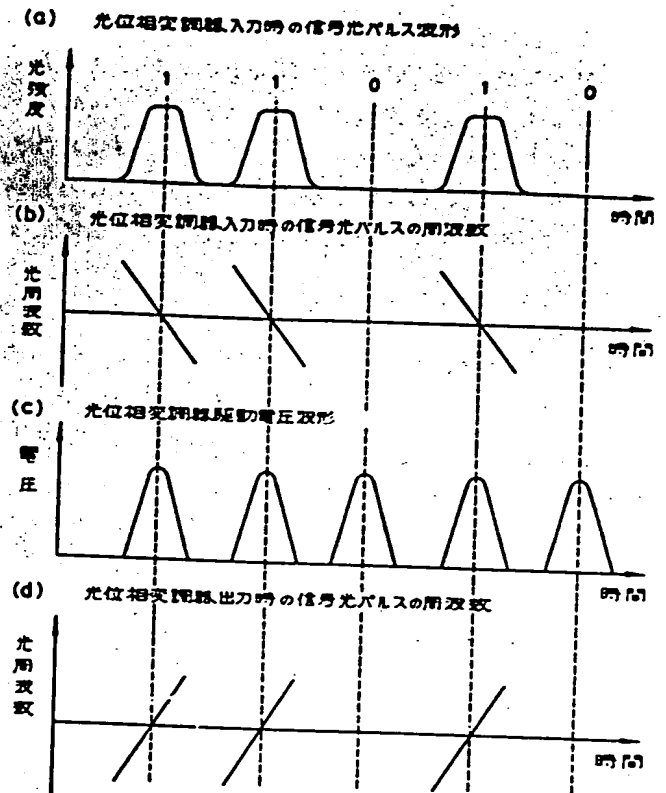
第1図は本発明による光ファイバ通信システムの第1の実施例を示す構成図、第2図はその第1の実施例における光位相変調器411へ入力され

る信号光パルスの波形と周波数、および駆動電圧の波形、ならびに光位相変調器411から出力される信号光パルスの周波数の様子を示す図、第3図は、第1の実施例における信号光パルスのパワーとパルス幅の伝送距離依存性を示す図、第4図は本発明による光ファイバ通信システムの第2の実施例を示す構成図、第5図は、その第2の実施例における信号光パルスのパワーとパルス幅の伝送距離依存性を示す図である。

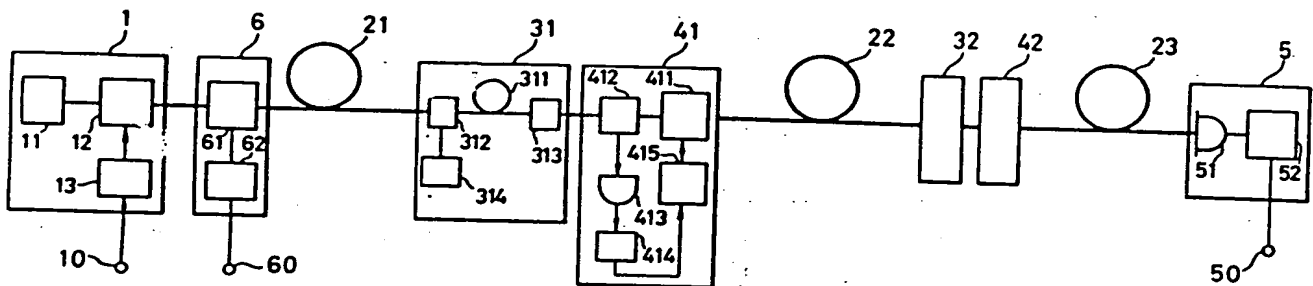
1…光送信部、10…情報信号入力端子、11…半導体レーザー、12…光強度変調器、13…増幅回路、21、22、23…光ファイバ、31、32…光増幅器、311…Er添加光ファイバ、312、313…光合分波器、314…励起光源、41、42、43、44、45、6…周波数チャープング付与部、411、61…光位相変調器、412…光分岐器、413…光検出器、414…タイミング抽出回路、415、62…駆動回路、5…光受信部、50…情報信号出力端子、51…信号光受信器、52…復調回路、71、712、

73. 74. 75. 76... 光ファイバ.

代理人 弁理士 本庄伸介

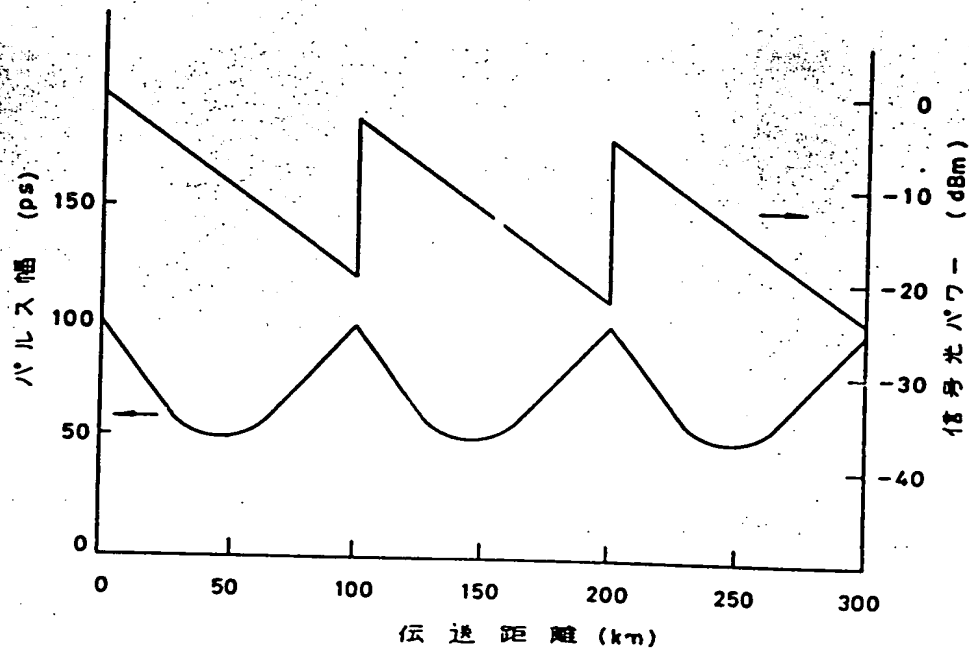


第2図

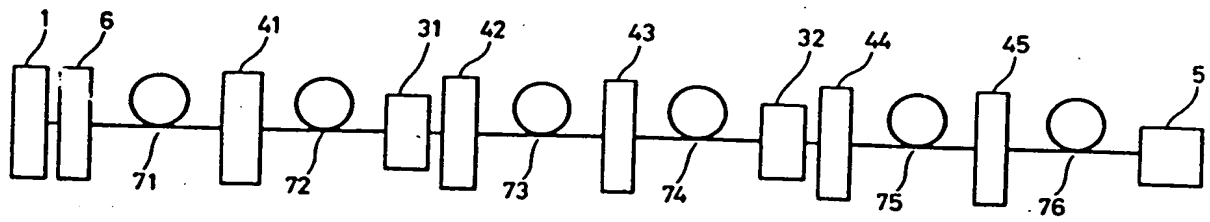


- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1 : 光送信部 | 41, 42, 6 : 周波数チャープニング付発振部 |
| 10 : 情報信号入力端子 | 411, 61 : 光位相変調器 |
| 11 : 半導体レーザ | 412 : 光分岐器 |
| 12 : 光強度変調器 | 413 : 光検出器 |
| 13 : 増幅回路 | 414 : タイミング抽出回路 |
| 21, 22, 23 : 光ファイバ | 415, 62 : 駆動回路 |
| 31, 32 : 光増幅器 | 5 : 光受信部 |
| 311 : Er 添加光ファイバ | 50 : 情報信号出力端子 |
| 312, 313 : 光合分岐器 | 51 : 信号光受信器 |
| 314 : 励起光源 | 52 : 復調回路 |

第1図

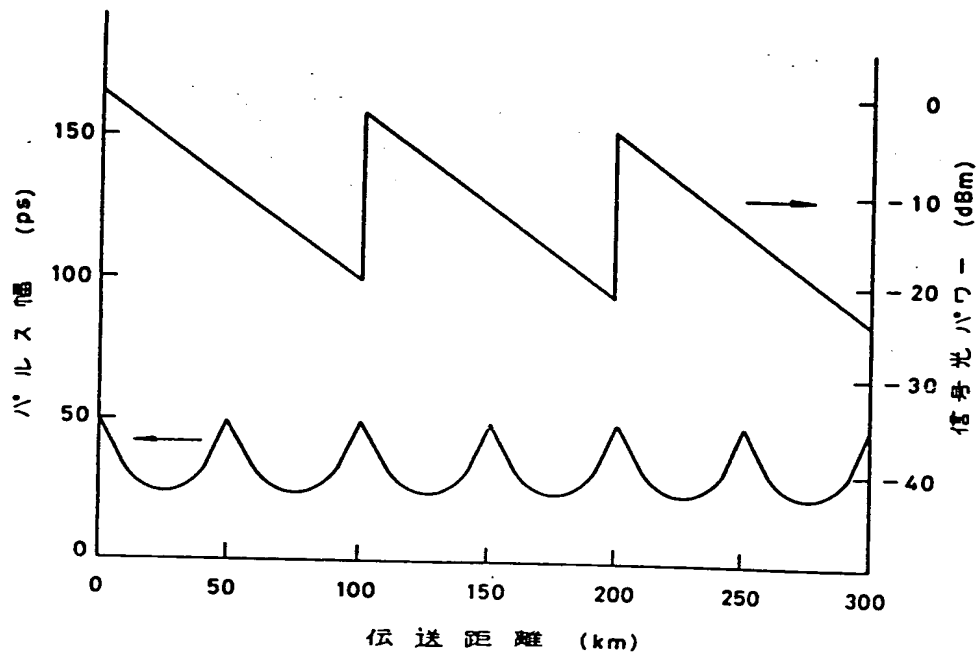


第3図



- 1 : 光送信部
- 31, 32 : 光増幅器
- 41, 42, 43, 44, 45, 6 : 周波数チャープング付与部
- 5 : 光受信部
- 71, 72, 73, 74, 75, 76 : 光ファイバ

第4図



第5図